云 南 植 物 研 究 1988; 10 (1): 19—26
Acta Botanica Yunnanica

卵 果 松 地 理 种 源 试 验

罗方书　万国华　皮文林

（中国科学院昆明植物研究所，昆明）
（云南省普洱卫国林业局营林处，普洱）

摘要　对来自中美洲4个国家16个地区的卵果松（*Pinus oocarpa*）种源进行苗期试验，测定苗高和地径生长量，并对其55个月生的苗高和地径进行方差分析，其结果发现：不同种源的卵果松，在同一试验地上，其苗高、地径差异极为显著，初步选出超过对照114—125%的种源，滇南海拔1200米以下地区可引种洪都拉斯种源造林。本试验还对卵果松形态特征的地理变异规律及其相互间的关系进行了初步探讨。

关键词　卵果松；地理种源；地理变异；方差分析；相关性检验。

卵果松（*Pinus oocarpa* Schiede）分布于中美洲的墨西哥（Mexico），伯利兹（Belice），洪都拉斯（Honduras），尼加拉瓜（Nicaragua），危地马拉（Guatemala），位于北纬13°—28°30′，东经86°11′—109°49′。

本试验的目的是研究卵果松不同地理种源的变异规律，测定种源与立地条件的相互关系，确定原产地的何地种源适宜云南南部生长，为进一步有计划、有目的引种提供可靠的科学根据。

材 料 和 方 法

试验种源由美国爱达荷大学王启无教授引自中美洲4个国家16个地区，其中洪都拉斯11个种源，墨西哥3个种源，伯利兹1个种源，危地马拉1个种源。对照采用思茅松（*Pinus kesiya* Royle ex Gord. var. *langbianensis* (A. Chev.) Gaussen），加勒比松（*Pinus caribaea* Morelet），假球松（*Pinus pseudostrobus* Lindl.），湿地松（*Pinus elliottii* Engelm.）共4个种7个种源（表1）。

1982年3月在云南普洱卫国林业局营林二工段苗圃播种，播于15×18厘米瓦盆中，每种源播30盆，每盆播种子2—3粒，出苗后每盆留苗1株，试验排列按种源随机排列为三次重复。1983年7月将实生苗定植于普洱卫国林业局营林二工段，试验林包括随机排列的4株小区的5次重复，株行距3×3.5米，植穴50×50厘米，每年定期测定生长量。

1986-11-05收稿

造林地位于北纬23°02′，东经101°03′，海拔1060米，西坡，红壤。植被为栎类、紫茎泽兰、白茅等。造林后主要是除草、防治松毛虫、松梢螟等。未施肥。

表 1　卵果松地理种源试验种子产地

Table 1　Seed provenance of geographical provenance test of *Pinus oocarpa* Schiede

种源号	产地名称	纬度	经度	海拔（米）	备注
1—81	Honduras Cofradia	15°30′	88°13′	1100	
2—81	〃 Jocon	15°20′	86°51′	1100	
3—81	〃 Gualaco	15°05′	86°03′	950	
4—81	〃 Labereita	14°31′	89°09′	1100	
5—81	〃 Carta	15°04′	86°39′	800	
6—81	〃 San Jose Copeen	14°55′	88°44′	700	
7—81	〃 Higuito	14°19′	87°34′	750	
8—81	Mexico Iucutelato	19°22′	102°41′	790	
9—81	Mexico Ei Durazno	19°27′	102°05′	1600	
10—81	Mexico Comitan-Laguras	16°15′	92°03′	1450	
11—81	Guatemala Mal Paso	15°11′	89°21′	1000	
12—81	Belice Mountain Pine Rdg	17°0′	88°55′	400	
13—81	Honduras Campamento	14°30′	86°38′	950	
14—81	〃 Las Crucitas	14°0′	86°45′	1050	
15—81	〃 Siguatepeque	14°35′	87°51′	1200	
16—81	Special Collection				*Pinus occarpa*
10[illegible]—81	Honduras Culmi	15°05′	85°32′	580	*Pinus caribaca*
200—81	〃 Guinope	13°53′	86°53′	1450	*Pinus pseudostrobus*
1—80	America Alabama Escambia	32°5′	86°9′		*Pinus elliottii*
2—80	〃 〃 Mobile	31°0′	88°0′		〃
12—80	〃 South Carolina Georgetown	33°43′	79°32′		〃
98—80	〃 Georgia Mille county	31°0′	84°9′		〃
CK	云南普洱				*Pinus kesiya*

结 果 和 分 析

1.各种源苗木的生长情况

试验结果（表 2 ）表明，卵果松各种源苗期生长差异明显，四年半生苗高超过对照(CK)的有 8 个种源（ 3 -81， 2 -81， 12-81， 15-81，7 -81，5 -81， 1 -81， 6 -81)，占参试种源的34%，其中洪都拉斯卵果松种源占87%，尤以洪都拉斯的 3 -81， 2 -18， 12

-81生长最好，分别为对照种源的125%、118%，114%。四年半生超过对照（103-81）的有7个种源（3-81，2-81，12-81，15-81，7-81，5-81，1-81）。四年半生超过对照（200-81）的有3个种源（3-81，2-81，12-81）。四年半生的16个卵果松种源超过对照（1-80，2-80，12-80，98-80）。同时23个种源的31、43、55个月苗高和地径生长位次基本一致（图1、2），第31个月，苗高和地径生长在平均线以上，第43、55个月生时还是在平均线以上，其曲线变化较小，而且差异更为明显。这说明了种源的遗传性在苗期生长中的一致性。

表2　各种源苗木生长情况

Table 2　The increasing condition of seedling of provenances

生长量	苗高（米）								地径（厘米）					
种源号	8个月生	对照%	31个月生	对照%	43个月生	对照%	55个月生	对照%	31个月生	对照%	43个月生	对照%	55个月生	对照%
1—81	0.13	108.3	1.34	91.2	2.79	92.1	4.78	103.2	2.18	52.4	5.53	60.2	9.79	79.8
2—81	0.17	141.0	1.63	110.9	3.44	113.5	5.50	118.8	2.17	52.4	6.42	69.9	10.31	84.0
3—81	0.15	125.0	1.87	127.2	3.90	128.7	5.81	125.5	2.85	68.5	7.43	80.9	10.76	87.7
4—81	0.13	108.3	1.36	92.5	2.57	84.8	4.27	92.2	2.37	56.9	5.95	64.8	9.06	73.8
5—81	0.11	91.7	1.23	83.7	2.72	89.8	4.80	103.7	1.92	46.2	5.12	55.8	9.34	76.1
6—81	0.08	66.7	1.22	83.0	3.01	99.3	4.75	102.6	1.84	44.2	5.60	61.0	10.57	86.2
7—81	0.11	91.7	1.57	106.8	3.13	103.3	4.86	105.0	2.51	60.3	6.39	69.6	9.59	78.2
8—81	0.12	100	1.28	87.1	2.20	72.6	3.58	77.3	2.30	55.3	5.41	58.9	8.60	70.1
9—81	0.07	58.3	0.86	58.5	1.99	65.7	3.55	76.7	2.11	50.7	6.43	70.0	9.47	77.1
10—81	0.13	108.3	1.23	83.7	2.67	88.1	4.20	90.7	2.11	50.7	5.57	60.7	9.08	74.0
11—81	0.11	91.7	0.93	63.3	2.18	72.0	3.62	78.2	1.63	39.2	3.31	36.1	6.05	49.3
12—81	0.12	100	1.73	117.7	3.67	121.1	5.32	114.9	2.67	64.2	7.24	78.9	10.71	87.3
1—81	0.10	83.3	1.53	104.1	3.09	102.0	4.63	100	2.59	62.3	6.32	68.9	8.95	72.9
14—81	0.14	116.7	1.17	79.6	2.71	89.4	4.58	98.9	1.96	47.1	5.35	58.3	9.16	74.7
15—81	0.13	108.3	1.48	100.7	3.13	103.3	5.06	109.3	2.39	57.5	6.18	67.3	9.41	76.7
16—81	0.11	91.7	1.27	86.4	2.53	83.5	4.01	86.6	2.33	56.0	5.73	58.5	8.82	71.9
103—81	0.17	141.7	1.40	95.2	2.81	92.7	4.76	102.8	2.49	59.9	7.92	86.3	10.67	86.9
200—81	0.14	116.7	1.60	108.8	3.63	119.8	5.18	111.9	3.15	75.7	7.04	76.7	10.72	83.7
1—80	0.10	83.3	1.01	68.7	1.94	64.0	3.02	65.2	2.15	51.7	4.74	51.6	7.56	61.6
2—80	0.13	108.3	0.95	64.6	1.77	58.4	2.69	58.1	2.28	54.8	4.30	46.8	6.65	54.2
12—80	0.13	108.3	0.94	64.0	1.82	60.1	2.64	57.0	2.20	52.9	4.03	43.9	6.46	52.7
98—80	0.13	108.3	0.94	64.0	1.77	58.4	2.82	60.9	2.20	52.9	4.37	47.6	6.81	55.5
CK	0.12	100	1.47	100	3.03	100	4.63	100	4.16	100	9.18	100	12.27	100

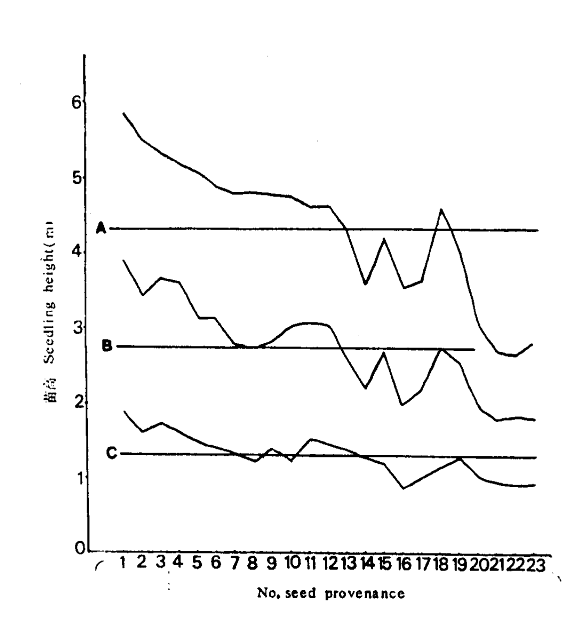


图1 各种源31、43、55个月苗高生长变化
A. 55个月平均高4.3米； B. 43个月平均高2.71米； C. 31个月平均高1.3米。
种源号(No. seed provenances)：1. 3—81；2. 2-81；3. 12-81；4. 200-81；5. 15-81；6. 7-81；7. 1-81；8. 5-81；9. 103-81；10. 6-81；11. 13-81；12. CK；13. 4-81；14. 8-81；15. 10-81；19. 9-81；17. 11-81；18. 14-81；19. 16-81；20. 1-80；21. 2-80；22. 12-80；23. 98-80

Fig. 1 The increasing variance when 31, 43, 55 months of seedling height of provenances
A. The mean seedling height is 4.3 m in 55 months; B. The mean seedling height is 2.71 m in 43 months; C. The mean seedling height is 1.3 m in 31 months.

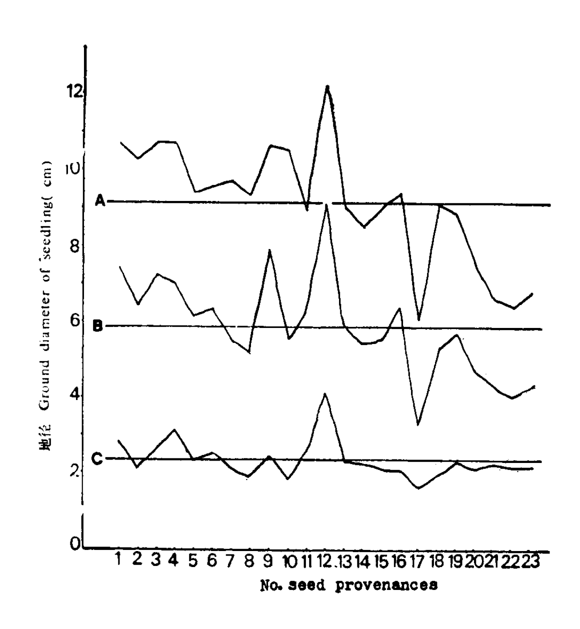


图2 各种源31、43、55个月地径生长变化
A. 55个月平均地径9.16厘米； B. 43个月平均地径5.88厘米； C. 31个月平均地径2.37厘米。
种源号(No. seed provenances)：1. 3-81；2. 2-81；3. 12-81 4. 200-81；5. 15-81 6. 7-81；7. 1-81；8. 5-81；9. 103-81；10. 6-81；11. 13-81；12. CK；13. 4-81；14. 8-81；15. 10-81；16. 9-81；17. 11-81；18. 14-81；19. 16-81；20. 1-80；21. 2-80；22. 12-80；23. 98-80.

Fig. 2 The increasing variance when 31, 43, 55 months of ground diameter of provenances
A. The mean ground diameter of seedling is 9.16 cm in 55 months; B. The mean ground diameter of seedling is 5.88 cm in 43 months; C. The mean ground diameter of seedling is 2.37 cm in 31 months.

2.苗木生长方差分析

根据测定结果，对55个月生苗高、地径进行统计（表3）。

苗高方差分析：

矫正数 $C=(\Sigma X)^2/N=469.58^2/115=1917.43$

表3　苗高、地径生长计算表

Table 3　The calculation table of seedling height and ground diameter increasing

项目	Ⅰ重复		Ⅱ重复		Ⅲ重复		Ⅳ重复		Ⅴ重复		Σ	
	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D	H	D
ΣX	104.33	212.80	98.26	201.70	94.5	207.81	85.51	193.57	86.98	180.42	469.58	996.30
$(\Sigma X)^2$	10884.74	45283.84	9655.02	40682.89	8930.25	43184.99	7311.96	37469.34	7565.52	32551.38	44347.49	199172.44
ΣX^2	522.06	2094.81	467.7	1946.22	420.69	1984.60	380.98	1903.77	383.13	1653.48	2174.56	9582.88

总变异平方和

$$\Sigma(X-\overline{X})^2=\Sigma X^2-\frac{(\Sigma X)^2}{N}=\Sigma X^2-C=2174.56-1917.43=257.13$$

种源间平方和

$$\Sigma(X_t-\overline{X})^2=\Sigma X_t^2/b-C=10341.47/5-1917.43=150.86$$

重复间平方和

$$\Sigma(X_b-\overline{X})^2=\Sigma X_b^2/t-C=44347.49/23-1917.43=10.72$$

机误平方和$=257.13-150.86-10.72=95.55$

由此得苗高方差分析表4。

表4　各种源苗高方差分析

Table 4　The analysis of variance of seedling height of provenances

变异来源	自由度	平方和	均方	F值	F（理论值）	
					F0.05	F0.01
种源间	22	150.86	6.85	6.34	1.68	2.07
重复间	4	10.72	2.68	2.48	2.49	3.56
误差	88	95.55	1.08			
总变异	114	257.13				

苗高L·S·R法测验：

$$5\%L\cdot S\cdot R=S\cdot S\cdot R_{0\cdot 05}\times\sqrt{\frac{S^2}{r}}=2.8\sqrt{\frac{1.08}{5}}=1.28$$

$$1\%L\cdot S\cdot R=S\cdot S\cdot R_{0\cdot 55}\times\sqrt{\frac{S^2}{r}}=3.71\sqrt{\frac{1.08}{5}}=1.71$$

表5　各种源地径方差分析

Table 5　The analysis of variance of ground diameter of provenances

变异来源	自由度	平方和	均方	F值	F（理论值）	
					F0.05	F0.01
种源间	22	510.58	23.21	4.95	1.68	2.07
重复间	4	28.25	7.06	1.51	2.49	3.56
误差	88	412.63	4.69			
总变异	114					

从方差分析结果表明，各种源间苗高和地径差异极显著。用L.S.R法进行测验，得知种源间苗高差异显著程度（表6）。

表6　各种源苗高生长差异

Table 6　The increasing variance of seedling height of provenances

代号	平均高（米）	差异																					
3—81	5.81																						
2—81	5.5	0.31																					
12—81	5.32	0.49	0.18																				
200—81	5.18	0.63	0.32	0.14																			
15—81	5.06	0.75	0.44	0.26	0.12																		
7—81	4.86	0.95	0.64	0.46	0.32	0.20																	
5—81	4.80	1.01	0.70	0.52	0.38	0.26	0.06																
1—81	4.78	1.03	0.72	0.54	0.40	0.28	0.08	0.02															
103—81	4.76	1.05	0.74	0.56	0.42	0.30	0.10	0.04	0.02														
6—81	4.75	1.06	0.75	0.57	0.43	0.31	0.11	0.05	0.03	0.01													
13—81	4.63	1.18	0.87	0.69	0.55	0.43	0.23	0.17	0.15	0.13	0.12												
CK	4.63	1.18	0.87	0.69	0.55	0.43	0.23	0.17	0.15	0.13	0.12												
14—81	4.58	1.23	0.92	0.74	0.60	0.48	0.28	0.22	0.20	0.18	0.17	0.05											
4—81	4.27	1.54	1.23	1.05	0.91	0.79	0.59	0.53	0.51	0.49	0.48	0.36	0.36	0.31									
10—81	4.20	1.67	1.30	1.12	0.98	0.86	0.66	0.60	0.58	0.56	0.55	0.43	0.43	0.38	0.07								
16—81	4.01	1.80	1.49	1.31	1.17	1.05	0.85	0.79	0.77	0.75	0.74	0.62	0.62	0.57	0.26	0.19							
11—81	3.62	2.19	1.88	1.70	1.56	1.44	1.24	1.18	1.16	1.14	1.13	1.01	1.01	0.96	0.65	0.58	0.39						
8—81	3.58	2.23	1.92	1.74	1.60	1.48	1.28	1.22	1.20	1.18	1.17	1.05	1.05	1.00	0.69	0.62	0.43	0.04					
9—81	3.55	2.26	1.95	1.77	1.63	1.51	1.31	1.25	1.23	1.21	1.20	1.08	1.08	1.03	0.72	0.65	0.46	0.07	0.03				
1—80	3.02	2.79	2.48	2.30	2.16	2.04	1.84	1.78	1.76	1.74	1.73	1.61	1.61	1.56	1.25	1.18	0.99	0.60	0.56	0.53			
98—80	2.82	2.99	2.68	2.50	2.36	2.24	2.04	1.98	1.96	1.94	1.93	1.81	1.81	1.76	1.45	1.38	1.19	0.80	0.76	0.73	0.20		
2—80	2.69	3.12	2.81	2.63	2.49	2.37	2.17	2.11	2.09	2.07	2.06	1.94	1.94	1.89	1.58	1.51	1.32	0.93	0.89	0.89	0.33	0.13	
12—80	2.64	3.17	2.86	2.68	2.54	2.42	2.22	2.16	2.14	2.12	2.11	1.99	1.99	1.94	1.63	1.56	1.37	0.98	0.94	0.91	0.38	0.18	0.05

$L.S.R_{0.05} = 1.28$　　　　$L.S.R_{0.01} = 1.71$

3.苗木生长与产地纬度及分枝的相互关系

为探讨各种源地理变异中存在的共同规律及其相互关系，根据测定结果，利用公式①，对十五个产地种源的纬度，海拔，分枝数，次生针叶长度，苗高，地径等进行相关分析（表7）表明，苗高与海拔的相关关系显著（$\gamma = -2.1004$），地径与海拔的相关关

系极显著（$\gamma = -1.006$），即随着海拔的升高，地径、苗高生长减少。苗高与分枝数的相关关系极显著（$\gamma = 0.7409$），即分枝数越多，苗高生长越快。分枝数与纬度的相关关系显著（$\gamma = -1.7654$），即分枝数随纬度的增加而减少。

$$\gamma = \frac{\sum XY - (\sum X)(\sum Y)/N}{\sqrt{[\sum X^2 - (\sum X)^2/N][\sum Y^2 - (\sum Y)^2/N]}} \cdots\cdots ①$$

表7　各项特征的相关关系

Table 7　Correlation of characters

项　　目	相关系数 γ	t 值	显著 $t_{0.05} = 2.160$	极显著 $t_{0.01} = 3.012$
苗高与产地纬度的关系	-0.2978	1.1275		
苗高与产地海拔的关系	-2.1004	2.2198	*	
苗高与分枝数的关系	0.7409	4.1258		**
苗高与次生针叶长度的关系	-0.0745	0.2630		
地径与产地纬度的关系	0.0190	0.0690		
地径与产地海拔的关系	-1.0060	25.3800		**
地径与分枝数的关系	0.3650	1.4680		
地径与次生针叶长度的关系	-0.0750	0.2828		
分枝数与纬度的关系	-1.7654	2.9557	*	
针叶长度与纬度的关系	0.3642	1.5153		

结　论　与　讨　论

1.供试的23个种源，由于具有不同的地理生态类型和遗传学特性，在同一造林措施和管理条件下，苗高、地径生长差异极为显著。

2.22个种源中，有9个种源苗高大于对照（思茅松），占参试种源的41%，表现较好的按位置排列为Honduras Gualaco (3-81)，Honduras Jocon(2-81)，Belice Mountain Pine Rdg (12-81)，Honduras Guinope (200-81)，Honduras Siguatepeque (15-81)，Honduras Higuito (7-81)，Honduras Carta (5-81)，Honduras Cofradia (1-81)，Honduras San Jose Copcon (6-81)。

3.苗高、地径生长受产地海拔高度的影响较大。因此，在滇南1200米以下地区引种洪都拉斯的种源较好。

4.就同期引种的卵果松、加勒比松、假球松、湿地松，在同一生境条件下造林，以卵果松生长最快。

参　考　文　献

1　南京林学院树木育种研究室编．树木良种选育方法．北京：中国林业出版社，1979；301—305

2　赵仁镕．田间试验方法．北京：农业出版社，1979；56—66

3　Jonathan W. Wrignt. Introduction to Forest Genetics. Academic Press 1976；253—265

THE GEOGRAPHICAL PROVENANCE TEST OF PINUS OOCARPA

Luo Fangshu, Wan Guohua, Pi Wenling

(*Kunming Institute of Botany, Academia Sinica, Kunming*)

(*Management Section of Weiguo Forestry Bureau, Puer, Yunnan*)

Abstract This seedling test used provenances of four countries, sixteen areas from Central America. We surveyed the seedling height and the ground diameter increment of seedling and carried out the analysis of variance when 55 monthes old. We find out: *Pinus oocarpa* of different provenances, at the same testing situation, the variance of seedling height and ground piameter are very striking. We have preliminarily selected some provenances of those increase more than 114–126% of control, one of them which comes from Honduras can be used in forestation at those places that lower than 1200 meters above sea-level at southern Yunnan.

The test has also investigated the geographical variation regularity of morphological characters of *Pinus oocarpa* and the relations between them.

Key words *Pinus oocarpa*; Geographical provenance; Geographical variation; Test of correlation